УДК 658.3

В.А. Резников, Е.Ю. Мазалова
Институт информатики и искусственного интеллекта
ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина
Украина, 83050, г. Донецк, пр. Б. Хмельницкого, 84

Модели принятия решений при распределении ресурсов

V.A. Reznikov, E.Y. Mazalova
Institute of Informatics and Artificial Intelligence
of Donetsk National Technical University, Donetsk, Ukraine
Ukraine, 83050, c. Donetsk, B. Khmelnitskiy st., 84

Decision-Making Models at Resource Allocation

В.О. Резніков, О.Ю. Мазалова
Інститут інформатики і штучного інтелекту
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк, Україна
Україна, 83050, м. Донецьк, пр. Б. Хмельницького, 84

Моделі прийняття рішень при розподілі ресурсів

В статье рассматриваются механизмы планирования и распределения ресурсов. Предлагается рассматривать распределение ресурсов как процесс управления, что дает возможность оценить известные механизмы распределения ресурсов с точки зрения эффективности управления.
Ключевые слова: институциональное управление, модели планирования, модели распределения ресурсов, процесс управления, норма и репутация.

In the article, the mechanisms of planning and resource allocation are introduced. It is proposed to consider resource allocation as a process of control that makes it possible to evaluate certain mechanisms of resource allocation in terms of management efficiency.
Key words: institutional management, models of planning, models of resource allocation, process of control, norm and reputation.

У статті розглядаються механізми планування і розподілу ресурсів. Пропонується розглядати розподіл ресурсів як процес управління, що дає можливість оцінити відомі механізми розподілу ресурсів з точки зору ефективності керування.
Ключові слова: інституціональне керування, моделі планування, моделі розподілення, ресурсів, процес керування, норма і репутація.

Постановка задачи

Вопросам принятия «правильных» решений по управлению организационными системами (организациями, фирмами) всегда придавалось особое значение. Более того, при устоявшихся рыночных отношениях решение этих вопросов часто является наиболее действенным способом повышения эффективности организационной системы.

В общем случае внутрифирменное управление может быть направлено на решение следующих задач [1]:

– совершенствование состава и структуры организации;

– регламентирование множества допустимых действий (институциональное управление);

– выбор того или иного способа стимулирования (мотивационное управление);

– определение информированности участников (информационное управление).

Однако при реализации любой из указанных функций управления главным остается вопрос взаимодействия руководства фирмы (центра) и её элементов (агентов). Обусловлено это тем, что на всех иерархических уровнях организационной системы работают активные элементы (люди), которые обладают способностью предвидеть управляющие воздействия со стороны центра и действия других элементов системы, имеют свои предпочтения и интересы и потому стремятся выбрать свои действия и стратегии (даже в рамках должностных инструкций), направленные на достижение «своих» целей [1], [2].

В данной работе в качестве объекта исследования принята коммерческая оптовая фирма. Полагаем, что руководство обладает достаточным объемом информации, что позволяет ему для различных ситуаций сформировать планы, в виде того количества предмета продаж, которое обеспечит стабильный доход фирмы в течение заданного периода функционирования [3]. Следующим шагом является определение управляющих параметров, то есть желательных с точки зрения центра состояния элементов системы [1]. Сформулируем эту задачу следующим образом: необходимо при фиксированной розничной цене таким образом распределить предмет продаж между исполнителями (агентами), чтобы обеспечить получение заданной (желаемой) прибыли. В такой формулировке поставленная задача может рассматриваться как задача распределения ресурсов, если под ресурсом понимать то количество предмета продаж, которым обладает центр в результате решения задачи планирования.

В работах по управлению организационными системами рассматриваются в качестве основных четыре механизма распределения ресурсов: механизм прямых приоритетов, механизм обратных приоритетов, механизм открытого управления и конкурсный механизм. Понятно, что эти механизмы применимы в тех случаях, когда имеет место дефицит, то есть когда

$$\sum_{i=1}^{n} s_i > S^{\circ},$$

где s_i – заявка на ресурс i-го агента; n – общее число агентов; S° – ресурс центра.

При этом агенты формируют свои заявки на основании собственных потребностей r_i, которые известны им, но неизвестны центру. Следовательно, заявки s_i являются стратегиями агентов, а реально выделяемые i-му агенту доли общего ресурса d_i – стратегиями центра.

В работах по управлению организационными системами, в частности, в уже приведенной работе [1], указанные механизмы анализируются только с позиций достоверности информации, передаваемой агентами центру в виде заявок на ресурс. На наш взгляд, такой подход не дает возможности проанализировать все факторы, которые оказывают влияние на принятие решений центром и агентами.

В данной статье предлагается рассматривать распределение ресурса как процесс управления. Это, по нашему мнению, дает возможность проанализировать поставленную задачу как с позиций центра, так и с позиций агентов и сформировать соответствующие модели принятия решений.

Институциональное управление

Поскольку при формировании плана центр обладал полной информацией, то он получает преимущество во взаимоотношениях с агентами [4]. В частности он может «волевым» порядком распределить имеющийся ресурс, то есть применить наиболее «жесткий» способ управления, каковым является институциональное управление.

Согласно работам [1], [5] при институциональном управлении задачей центра (задачей институционального управления как управления ограничениями) является выбор ограничения $B \subseteq Z$ множества допустимых действий агента с учетом того, что последний выберет действие из множества

$$C(f, B) = Arg \max_{a \in B} f(a) \cdot \quad 1)$$

где Z – некоторое заданное универсальное множество;

$f(a)$ – целевая функция агента, отражающая его предпочтения.

В свою очередь, предпочтения центра заданы функционалом $F(a, B)$, что позволяет в соответствии с общим подходом теории управления ввести в рассмотрение эффективность институционального управления $B \subseteq Z$:

$$K(B) = \max_{a \in C(f, B)} F(a, B) \cdot \quad (2)$$

В таком случае задача центра заключается в выборе оптимального институционального управления $B^* \subseteq Z$ – допустимого управления, имеющего максимальную эффективность:

$$K(B) \to \max_{B \subseteq Z}, \quad (3)$$

то есть

$$B^* = Arg \max_{B \subseteq Z} \max_{a \in C(f, B)} F(a, B) \cdot \quad (4)$$

Сопоставляя этот общий принцип институционального управления с рассматриваемой нами задачей распределения ресурса, можно сделать следующие выводы. Во-первых, в данном случае для каждого i-го агента множество B_i фактически вырождается в конкретное управление u_i, то есть в конкретный ресурс d_i, выделяемый i-му агенту. Во-вторых, если не учитывать различные способы стимулирования агентов [1], то оказывается, что институциональное управление оказывается эффективным только в том случае, когда агент настроен к центру благожелательно [5]. Видимо, в нашем случае гипотеза о благожелательности агента является обоснованной, поскольку прибыль агента полностью зависит от прибыли центра.

Однако следует все-таки учитывать, что агент является активным элементом, и потому сформированное центром управление может не удовлетворять агента. Покажем это на следующем примере. Полагаем, что агент является однопиковым, то есть его функция полезности достигает максимума в одной единственной точке $a = a^*$, как показано на рис. 1, где $y^* = f(a^*) = \max f(a)$, $a \in A$ – объем ресурса (количество предметов продаж), которое может реализовать агент за заданный период времени.

Пусть центр распределил ресурс таким образом, что $d = a_1$ (рис. 1). Такое распределение не удовлетворяет агента, поскольку получаемый результат $y = f(a_1)$ значительно меньше результата, желаемого агентом y^*.

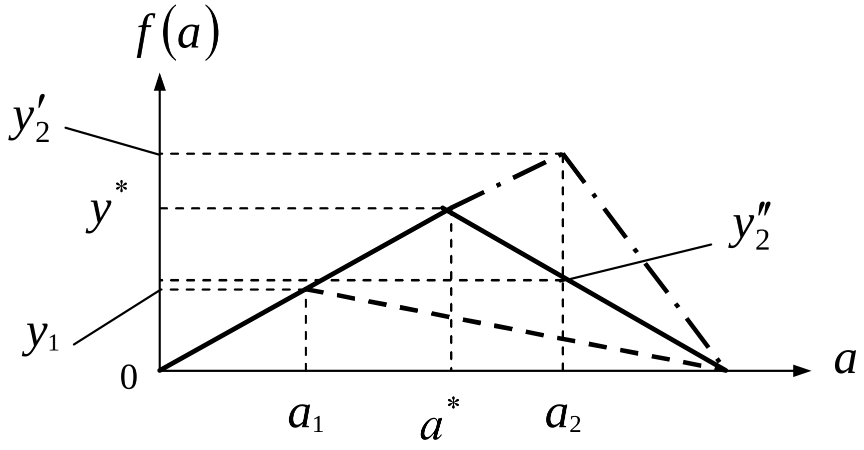


Рисунок 1 – Целевая функция агента

Теперь предположим, что $d = a_2$ (рис. 1). На первый взгляд, такое распределение ресурса должно полностью удовлетворять агента, поскольку в этом случае результат его деятельности $y_2' = f(a_2)$ значительно больше желаемого результата y^*. Однако из графика $f(a)$ видно, что при выполнении агентом задания $d = a_2$ его фактический результат, равный $y_2'' = f(a_2)$, будет значительно ниже результата, желаемого агентом y^*, и результата, ожидаемого центром y_2'. Если же агент решит выполнить действие $a = a^*$ и получить тем самым желаемый результат y^*, то он опять не оправдает ожидания центра, так как $y^* < y_2'$. Все это отрицательно скажется на репутации агента, что имеет особенно большое значение при работе нескольких агентов.

Таким образом, создается конфликтная ситуация, которая при институциональном управлении может носить скрытый характер. Следовательно, центр не может быть полностью уверен в благожелательности агентов.

Для устранения (или, как минимум, смягчения) такого конфликта центр предпринимает определенные действия. Во-первых, центр информирует агентов о том механизме распределения ресурсов, который он намерен применить. Во-вторых, центр разрешает агентам сформировать такие заявки, которые в том или ином случае агенты считают для себя наиболее предпочтительными. Тем самым, центр как бы приглашает агентов к участию в процессе выработки управляющих параметров. Но при этом центр при возникновении дефицита оставляет за собой право корректировать план распределения ресурсов, предложенный агентами в виде заявок s_i.

Модель принятия решения центром

Отказавшись от институционального управления, центр, в первую очередь, должен выбрать такой механизм распределения ресурса, который он считает для себя наиболее предпочтительным с точки зрения возможностей влияния на величины d_i, то есть с точки зрения управления. В этом смысле наименее гибким является механизм от-

крытого управления, поскольку он реализуется в рамках достаточно строгого алгоритма, который заключается в следующем [1]. На первом этапе ресурс распределяется поровну между всеми агентами, то есть S/n каждому. Если заявки каких-либо агентов оказались не больше S/n, то они полностью удовлетворяются. Тем самым число агентов уменьшается до n_1, а ресурс центра уменьшается до S_1. На втором этапе оставшийся ресурс разделяется поровну между оставшимися n_1 агентами и т.д. На каком-то этапе оказывается, что, разделив ресурс поровну между оставшимися агентами, не удается удовлетворить ни одной заявки. Тогда все эти агенты получают поровну.

Из этого краткого описания следует, что в рамках данного механизма все агенты должны признаваться центром равноценными с точки зрения их профессиональных и, возможно, личностных качеств, что не всегда имеет место на практике.

Более эффективными с точки зрения управления являются механизмы прямых и обратных приоритетов [1]. Для пояснения процедуры формирования приоритетов рассмотрим понятия нормы и репутации. В соответствии с определениями, приведенными в работе [6], под нормой будем понимать образец поведения агента в той или иной ситуации, то есть норма определяет, какие действия в каких ситуациях выбирает агент. Под репутацией в общем случае понимают создавшееся мнение о достоинствах или недостатках. В данном случае под репутацией будем понимать ожидаемую другими агентами или центром норму деятельности данного агента. Понятно, что репутация оправдывается, если выбор агента в рамках его нормы деятельности совпадает с тем, что от него ожидают остальные.

Формально эти определения можно представить следующим образом [6]. Предпочтения агента описываются его целевой функцией $f(a,\theta)$, где $a \in A$ – действие агента, $\theta \in \Theta$ – состояние природы. Под состоянием природы обычно понимают внешние факторы, влияющие на выбор агентом действия. В данном случае в качестве таких внешних факторов будем рассматривать управление, формируемое центром $u \in U$, то есть целевую функцию агента представим в виде $f(a,u)$. Предпочтения центра описываются его целевой функций $F(a,u)$.

С учетом принятых обозначений норму деятельности агента можно представить в виде отображения $N: U \to A$, ставящего управлению $u \in U$ в соответствие множество (или точку) $N(u) \subseteq A$. Другими словами, норма деятельности предписывает агенту при управлении u выбирать действие из множества $N(u)$.

В свою очередь, репутацию агента (с точки зрения центра) можно представить в виде отображения $R: U \to A$, ставящего управлению $u \in U$ в соответствие множество (или точку) $R(u) \subseteq A$.

Норма $N(\cdot)$ деятельности агента согласована с его предпочтениями, если

$$\forall u \in U \quad N(u) \subseteq P_f(u), \qquad (5)$$

где $P_f(u) = Arg \max_{a \in A} f(a,u)$ – множество рационального выбора.

Репутация $R(\cdot)$ агента согласована с предпочтениями центра, если

$$\forall u \in U \quad R(u) \subseteq P_F(u), \qquad (6)$$

где $P_F(u) = Arg \max_{a \in A} F(a, u)$ – множество наиболее предпочтительных, с точки зрения центра, выборов агента.

Считается, что поведение агента подтверждает его репутацию у центра, если выбираемые им в рамках гипотезы рационального поведения действия соответствуют ожиданиям центра:

$$\forall u \in U \quad P_f(u) \subseteq P_F(u). \qquad (7)$$

Поскольку репутация агента формируется на протяжении длительного периода времени, то на момент принятия решения у центра имеется достаточный объем информации о поведении того или иного агента в различных условиях и о его личностных качествах (завышенная самооценка, заниженная самооценка). Тем самым, исходя из своей целевой функции (фактически целевой функции организации) центр имеет возможность обоснованно корректировать заявку i-го агента, то есть принимать решение, близкое к оптимальному.

В этом плане еще более эффективным является конкурсный механизм [1], при котором агенты сообщают центру не только заявки на ресурс, но и предполагаемый ими эффект от использования этого ресурса. В рассматриваемом в данной статье случае этот эффект может быть выражен в виде периода реализации того количества предметов продаж, которое агент указал в своей заявке.

Пусть n агентов сообщили центру следующую информацию: (s_1, τ_1), (s_2, τ_2), ..., (s_n, τ_n), где τ_i – период реализации заявки s_i. Центр на основании этой информации определяет эффективность каждого i-го агента в виде $E_i = \frac{s_i}{\tau_i}$. Далее центр определяет $E^\circ = \max E_i$, принимает эту величину эффективности за единицу и затем определяет эффективности остальных $(n - 1)$ агентов.

Понятно, что для каждого конкретного случая может быть выбран соответствующий способ определения эффективности. Но при этом главным является тот факт, что центр в рамках этого механизма получает дополнительную информацию, позволяющую ему сформировать достаточно объективную модель репутации того или иного агента, то есть и здесь принимать решение на основании приоритетов.

Следует, правда, отметить, что три последних механизма распределения ресурсов не лишены субъективизма центра, который не всегда можно представить в виде той или иной формальной модели. Однако субъективность принимаемых решений является характерной особенностью организационных систем, учитывая наличие людей на всех уровнях иерархии [7].

Модель принятия решения агентом

Полагаем, что агенты работают автономно и не имеют условий для обмена информацией и тем самым не могут создавать коалиции. Это позволяет при анализе взаимодействия центра с i-м агентом использовать базовую иерархическую модель организационной системы вида «центр-агент» [8].

Из проведенного ранее анализа следует, что агенту известны весь объем распределяемого ресурса и механизм распределения ресурса. Но при этом агент не обладает информацией о «своем» приоритете. Более того, ему не известны и принципы, ко-

торыми руководствуется центр при формировании приоритетов. Следовательно, при определении заявки агент должен принимать решение в условиях неопределенности. Таким неопределенным фактором в данном случае является выделяемый агенту ресурс, то есть управление $u \in U$. Таким образом, получается, что выигрыш агента, выраженный через его целевую функцию, определяется не только его действиями, но и неопределенным фактором. Для устранения влияния неопределенного фактора агент должен принять некоторую гипотезу детерминизма. Согласно [1] наиболее приемлемыми являются гипотезы благожелательности и антагонизма.

В соответствии с первой гипотезой агент полагает, что центр относится к нему благосклонно, то есть выделит ему ровно столько ресурса, сколько он заявляет. Это позволяет агенту в соответствии со своей целевой функцией (рис. 1) подать центру заявку, равную $s = a^*$.

При применении гипотезы антагонизма агент полагает, что центр выделит ему минимально возможный ресурс. В соответствии с принципом максимального гарантированного результата агент должен определить максимально допустимое (с его точки зрения) уменьшение целевой функции по сравнению с максимальным значением, равным $f\left(a^*\right)$. Пусть, например, он выберет $f\left(a'\right) < f\left(a^*\right)$ и тем самым подаст заявку, равную $s = a'$. Однако приоритет агента может оказаться столь низким, что он получит ресурс $d < a'$. Подавать заявку на ресурс, превышающий a^*, также не имеет смысла по уже рассмотренным ранее причинам.

Таким образом, при использовании любой гипотезы детерминизма агент подаст заявку, равную $s = a^*$.

Заключение

Анализ процесса распределения ресурсов как процесса управления позволяет учесть целый ряд факторов, влияющих на принятие решений центром и агентами. Тем самым появляется возможность оценить известные механизмы распределения ресурсов с точки зрения эффективности управления организационной системой в каждом конкретном случае.

Понятно, что приведенные в данной статье результаты не претендуют на общность, учитывая конкретность рассматриваемой организационной системы. Однако они позволяют существенно расширить круг решаемых задач, включив в него, например, задачи принятия решений центром при неполной информированности, задачи управления системой при объединении агентов в коалицию, задачи формирования команд агентов и т.п.

Литература

1. Бурков В.Н. Введение в теорию управления организационными системами / Бурков В.Н., Коргин Н.А., Новиков Д.А.; под ред. Д.А. Новикова. – М. : Либроком, 2009. – 264 с.
2. Новиков Д.А. Курс теории активных систем / Д.А. Новиков, С.Н. Петраков. – М. : СИНТЕГ, 1999. – 104 с.
3. Заложнев А.Ю. Прикладные модели и методы внутрифирменного управления / Заложнев А.Ю. – М. : ИПУ РАН, 2003. – 167 с.
4. Бурков В.Н. Механизмы функционирования организационных систем / В.Н. Бурков, В.В. Кондратьев. – М. : Наука, 1981. – 383 с

5. Новиков Д.А. Институциональное управление организационными системами / Новиков Д.А. – М. : ИПУ РАН, 2004. – 68 с.
6. Ермаков Н.С. Модели репутации и норм деятельности / Н.С. Ермаков, А.А. Иващенко, Д.А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 2005. – 67 с.
7. Орлов А.А. Теория принятия решений : уч. пособие / Орлов А.А. – М. : Изд-во «Март», 2004. – 656 с.
8. Губко М.В. Теория игр в управлении организационными системами / М.В. Губко, Д.А. Новиков. – М. : ИПУ РАН, 2005. – 138 с.

Literatura

1. Burkov V.N. Vvedenie v teoriju upravlenija organizacionnymi sistemami. M.: Librokom. 2009. 264 s.
2. Novikov D.A. Kurs teorii aktivnyh system. M.: SINTEG. 1999. 104 s.
3. Zalozhnev A.Ju. Prikladnye modeli i metody vnutrifirmennogo upravlenija. M.: IPU RAN. 2003. 167 s.
4. Burkov V.N. Mehanizmy funkcionirovanija organizacionnyh system. M.: Nauka. 1981. 383 s.
5. Novikov D.A. Institucional'noe upravlenie organizacionnymi sistemami. M.: IPU RAN. 2004. 68 s.
6. Ermakov N.S. Modeli reputacii i norm dejatel'nosti. M.: IPU RAN. 2005. 67 s.
7. Orlov A.A. Teorija prinjatija reshenij: uch. posobi. M.: Mart. 2004. 656 s.
8. Gubko M.V. Teorija igr v upravlenii organizacionnymi sistemami. M.: IPU RAN. 2005. 138 s.

V.A. Reznikov, E.Y. Mazalova

Decision-Making Models at Resource's Allocation

Posed in this article problem of a distribution subject' sales among the agents to obtain the desired profit is seen as a problem of resource allocation, if as a resource to understand is the amount of subject' sales, which center has the facility as a result of solving the problem of planning.

Four basic mechanisms of resource's allocation are discussed: the mechanism of direct priorities, the mechanism of inverse priorities, the mechanism of an open management and the competitive mechanism.

Consider the allocation' resource as a process of management to analyze all the factories. Besides, the possibility of using the concept of a reputation for the center' development of the control' parameters has been shown.

Статья поступила в редакцию 02.12.2011.